

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4631368号
(P4631368)

(45) 発行日 平成23年2月16日(2011.2.16)

(24) 登録日 平成22年11月26日(2010.11.26)

(51) Int. Cl. F I
H02P 25/06 (2006.01) H02P 7/00 I01B

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-269946 (P2004-269946)	(73) 特許権者	000006622 株式会社安川電機
(22) 出願日	平成16年9月16日(2004.9.16)		福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
(65) 公開番号	特開2006-87232 (P2006-87232A)	(74) 代理人	100105647 弁理士 小栗 昌平
(43) 公開日	平成18年3月30日(2006.3.30)	(74) 代理人	100105474 弁理士 本多 弘徳
審査請求日	平成19年8月7日(2007.8.7)	(74) 代理人	100108589 弁理士 市川 利光
		(72) 発明者	高木 護 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内
		(72) 発明者	森本 進也 福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアモータ駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

永久磁石により構成される磁気装荷手段を備えた可動子と、複相巻線である電気装荷手段を備えると共に空隙を介して前記可動子と対向する複数の固定子と、前記可動子と前記固定子とが対向していることを検出するセンサと、を有するリニアモータと、
上位装置からの速度指令に基づいて励磁およびトルク電流指令を生成する電流指令生成部と、前記リニアモータへの出力電流を検出して電流検出値を出力する電流検出手段と、前記電流検出値と前記励磁およびトルク電流指令とが一致するように励磁およびトルク電圧指令を生成する電流制御部と、前記速度指令に基づいて位置を生成する位置生成部と、前記励磁およびトルク電圧指令と前記位置とに基づいて出力電圧を出力する電圧出力部と、
を有する電流制御装置と、を備え、
前記電流制御装置が、前記速度指令および前記センサの検出信号に基づいて、前記固定子の前記複相巻線に前記出力電流を順に出力して前記可動子を移動させるリニアモータ駆動装置において、
前記速度指令、前記励磁およびトルク電流指令、前記励磁およびトルク電圧指令、抵抗値およびインダクタンス値であるモータ定数に基づいて通電している前記固定子のコイル数の二乗を演算し、前記固定子のコイル数の二乗に基づいて通電している前記固定子の個数を判別する固定子数判別部と、
前記固定子の個数および前記位置に基づいて前記可動子が脱調しているか否かを検出する脱調検出部と、を備えたことを特徴とするリニアモータ駆動装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、巻線切替え方式によるロングストロークのリニアモータにおける電流制御装置の脱調検出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のリニアモータ駆動システムの電流制御装置の脱調検出方法は、固定子上の可動子が位置決めされる所定位置に発光部（または受光部）を配設し、一方、可動子には前記発光部（または受光部）と対をなす受光部（または発光部）を設け、可動子が固定子の所定位置に位置付けられたとき受光の有無を判断して可動子の脱調を検出する。（例えば、特許文献1参照）また、位置検出器からのフィードバック信号と制御回路からの指令信号とを計数手段により計数して比較し、この比較した信号量が予め設定した規定量を超えた場合に脱調を検出しているものもある（例えば、特許文献2参照）。

【0003】

先ず、特許文献1に開示の「リニアモータ装置」は、半導体製造装置等に用いられる平面ステップモータ型のリニアモータであって、この特許文献1に開示のリニアモータは、永久磁石の可動子と、コイルの固定子とで構成される、長尺ロングストロークの可動磁石型リニアモータの脱調に関する例ではないが、リニアモータの脱調の1例として示したものである。

この「リニアモータ装置」は、図6に示すように、固定子101の予め設定された所定位置に発光部104を配設し、また可動子102には前記発光部104からの光を受光する受光部103を設け、可動子102を前記固定子101の所定の位置に位置付けたとき、前記受光部103によって前記発光部104からの光が受光したか否かを判定する。なお、ここでは、固定子101の複数箇所において、光ファイバ105からなる発光部104がそれぞれ設けられており、これらの光ファイバ105には光源106から一括して、或いは選択的に光が導入される。

一方、可動子102に設けられる受光部103は、矩形状をなす可動子102の対角線方向に離間して設けられた一对の受光素子、例えばフォトトランジスタからなる。具体的にはこれらの一对の受光素子は、可動子102の相対向する隅部にそれぞれ設けられ、その受光面を固定子101に対峙させている。また、これらの各受光素子の受光領域の大きさ、つまり視野は前記発光部104の大きさに合わせて設定されており、前記発光部104と対向したときのみ該発光部104からの光を受光するものとなっている。

【0004】

特に前記受光素子は、固定子101における発光部104が、溝が交差した位置にもうけられることから、該溝の配列ピッチによって規定される距離をX、Y方向に隔てて、可動子102上における離間距離が最大となるように設けられている。そして前記発光部104は、可動子102に設けられる受光部103（受光素子）の配置位置に関連して、該可動子102が固定子101上の予め設定された脱調検出のための基準位置（所定の位置）に位置付けられたとき、前記各受光素子にそれぞれ対向する部位に設けられる。

【0005】

したがって、可動子102が固定子101上の所定の位置に位置付けられ、且つその姿勢もX、Y方向に安定に保持されているときにだけ、該可動子102に設けられた前記一对の受光素子が発光部104からの光を同時に受光することになるので、これらの一对の受光素子による受光の有無から可動子102の前記所定の位置への位置付けが高精度に確認されるようになっている。

かくして、上述した如く構成されたリニアモータ装置によれば、固定子101上で可動子102を移動させ、その移動位置を制御するに際して、例えば予めプログラム設定される移動経路の途中に前述した発光部104を設置した所定位置を組み込んでおき、可動子

10

20

30

40

50

102が前記所定位置に位置付けられたときに前記発光部104からの光が受光部103にて受光されるか否かを調べることで、可動子102の脱調を簡単に検出することができる。しかも可動子102の対角線方向に離間して、その離間距離を最大化して設けられた一对の受光素子にて、発光部104からの光をそれぞれ検出するので、可動子102の僅かな姿勢変化についても確実に検出することができ、その検出精度を高めることができる。しかもX、Y方向へのずれを一括して共通に検出することができる。

【0006】

このように、従来のリニアモータ駆動システムの電流制御装置の脱調検出方法は、固定子上の可動子が位置決めされる所定位置に発光部（または受光部）を配設し、一方、可動子には前記発光部（または受光部）と対をなす受光部（または発光部）を設け、可動子が固定子の所定位置に位置付けられたとき受光の有無を判断して可動子の脱調を検出するものである。このように特許文献1に開示のリニアモータは、ロングストロークタイプの可動磁石型リニアモータ等とは反対に、固定子を永久磁石で構成し、可動子をコイルで構成したもので、いわゆる平面ステップモータ型、又はサーフェスマータ型等と呼ばれるジャンルのリニアモータである。

【0007】

また、特許文献2に開示の「ボンディング装置」は半導体用ボンディング装置に内蔵の回転型ステップモータに関するもので、ロングストローク型のリニアモータの脱調に関するものではないが、モータ脱調の1例として示したもので、図7に示すように、外部の操作手段の操作により装置が作動すると、制御回路は、指令信号を発生してパルス発生器からクロック信号に同期した制御回路で規定されたパルス信号を発生してパルスモータを駆動する。一方、前記パルスモータの回転数に応じたパルス信号を発生するエンコーダは、フィードバック信号であるパルス信号を制御回路に入力し、この入力信号に基づいて制御回路は、エンコーダから得られたパルス信号のパルス数を内部のカウンタ等からなる計数手段により計数する（ステップ201）。

制御回路は、エンコーダからのフィードバック信号であるパルス数と前記指令信号としてのパルス数（パルス発生器から発生するパルス数）とが一致しているかどうかを判定する（ステップ202）。両者のパルス数が一致しているときは、装置に異常がなく正常に作動しているものとして、ステップ201に戻る。両者のパルス信号のパルス数が一致していないときは、前記指令信号としてのパルス数とエンコーダからのフィードバック信号としてのパルス数との差が予め設定した規定量の範囲内かどうかを判定する（ステップ203）。

前記パルス数の差が、予め設定した規定量の範囲内のものであるときは、ステップ201に戻る。しかし、前記パルス数が予め設定した規定量の範囲を超えているときは、制御回路は、何らかの異常が発生したものの、すなわち脱調とみなして装置を停止させる。

【0008】

このように、従来のボンディング装置のステップモータにおける脱調検出方法は、位置検出器からのフィードバック信号と制御回路からの指令信号とを計数手段により計数して比較し、この比較した信号量が予め設定した規定量を超えた場合に脱調を検出する、という手順がとられていた。

【特許文献1】特開平10-23785号公報（第5頁、図3）

【特許文献2】特開平11-312693号公報（第8頁、図3）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、特許文献1に示す従来のリニアモータ装置の脱調検出方法は、固定子上の可動子が位置決めされる所定位置に発光部（または受光部）を配設し、一方、可動子には前記発光部（または受光部）と対をなす受光部（または発光部）を設け、可動子が固定子の所定位置に位置付けられたとき受光の有無を判断して可動子の脱調を検出するという手段をとっていたので、発光部、受光部設置によって装置が複雑化しコストがかかるとい

10

20

30

40

50

う問題があった。また、可動子側の発光部配置に制限を受けるといった問題もあった。

また、特許文献 2 に示すボンディング装置の脱調検出法では、位置検出器からのフィードバック信号と制御回路からの指令信号とを計数手段により計数して比較し、この比較した信号量が予め設定した規定量を超えた場合に脱調検出する手段をとっているため、脱調検出用のエンコーダ設置にコストがかかるという問題があった。

【0010】

そこで、本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、脱調検出用のセンサを必要とせず可動子を駆動している固定子数を判別し、可動子を駆動している固定子数と位置生成部で生成された位置より可動子の脱調を検出することができる巻線切替リニアモータの脱調検出方法および脱調検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記問題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、永久磁石により構成される磁気装荷手段を備えた可動子と、複相巻線である電気装荷手段を備えると共に空隙を介して前記可動子と対向する複数の固定子と、前記可動子と前記固定子とが対向していることを検出するセンサと、を有するリニアモータと、上位装置からの速度指令に基づいて励磁およびトルク電流指令を生成する電流指令生成部と、前記リニアモータへの出力電流を検出して電流検出値を出力する電流検出手段と、前記電流検出値と前記励磁およびトルク電流指令とが一致するように励磁およびトルク電圧指令を生成する電流制御部と、前記速度指令に基づいて位置を生成する位置生成部と、前記励磁およびトルク電圧指令と前記位置とに基づいて出力電圧を出力する電圧出力部と、を有する電流制御装置と、を備え、前記電流制御装置が、前記速度指令および前記センサの検出信号に基づいて、前記固定子の前記複相巻線に前記出力電流を順に出力して前記可動子を移動させるリニアモータ駆動装置において、前記速度指令、前記励磁およびトルク電流指令、前記励磁およびトルク電圧指令、抵抗値およびインダクタンス値であるモータ定数に基づいて通電している前記固定子のコイル数の二乗を演算し、前記固定子のコイル数の二乗に基づいて通電している前記固定子の個数を判別する固定子数判別部と、前記固定子の個数および前記位置に基づいて前記可動子が脱調しているか否かを検出する脱調検出部と、を備えたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0015】

請求項 1 に記載の発明によると、脱調検出用のセンサを必要とせず、可動子を駆動している固定子数を判別し、可動子を駆動している固定子数と位置生成部で生成された位置より可動子の脱調を検出することができる。

また、脱調検出用のセンサを必要とせず、可動子を駆動している固定子数を判別し、可動子を駆動している固定子数と位置生成部で生成された位置より可動子の脱調を検出することが可能な、半導体製造装置等に使用されるロングストローク・タイプの可動磁石型リニアモータ等の脱調検出装置を構成できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の方法の具体的実施例について、図に基づいて説明する。

【実施例 1】

【0017】

図 1 は、本発明の巻線切替リニアモータの脱調検出方法を適用するリニアモータ駆動システムの電流制御装置の構成を示すブロック図である。

図において、1 は固定子数判別部 3 において判別された可動子を駆動している固定子数 17 と位置生成部 5 で生成された位置 18 を用いて、リニアモータ 16 の脱調を検出する脱調検出部であり、リニアモータ 16 が脱調している場合は脱調アラーム 2 を出力する。2 は脱調アラームであり、この脱調アラームによりリニアモータ 16 を停止するなどの処理

10

20

30

40

50

が行われ、脱調によるリニアモータの故障などを防ぐ。3は固定子数判別部で、(1)式を用いて可動子を駆動している固定子のコイル数を判別する。(1)式中、 V は速度指令4、 I は電流指令生成部6で生成された励磁電流指令(I_{d_ref})7およびトルク電流指令(I_{q_ref})8、 V は、励磁電圧指令(V_{d_ref})10、トルク電圧指令(V_{q_ref})11を用いて、(2)式で演算される電圧指令である。

【0018】

【数1】

$$N^2 = \frac{\{R \cdot I\}^2 + \{\omega L \cdot I\}^2}{\{V^2 - 2 \cdot V \cdot \phi \omega + (\phi \omega)^2\}} \dots (1)$$

10

但し、

N : 可動子を駆動している固定子のコイル数

I : 電流指令

$R \cdot I$: 抵抗による電圧降下

ωL : インダクタンスによる電圧降下

V : 電圧指令

ϕ : 誘起電圧

ω : 速度指令 である。

20

【0019】

【数6】

$$V = \sqrt{V_{d_ref}^2 + V_{q_ref}^2} \dots (2)$$

【0020】

9は電流制御部であり、電流指令生成部6どおりにリニアモータ16を駆動するため、電流検出手段15より取り込んだ電流フィードバック値と電流指令生成部6から出力された励磁電流指令(I_{d_ref})7およびトルク電流指令(I_{q_ref})8が一致するように、励磁電圧指令(V_{d_ref})10およびトルク電圧指令(V_{q_ref})11を出力する。12は二相/三相変換部であり、電流制御部9より出力された励磁電圧指令(V_{d_ref})10およびトルク電圧指令(V_{q_ref})11をU相電圧(V_{u_ref})、V相電圧(V_{v_ref})、W相電圧(V_{w_ref})に変換する。13はPWM制御部で、14は二相/三相変換部12およびPWM制御部13などで構成される電圧出力部である。30は以上の構成によりリニアモータ16を駆動する電流制御装置全体を表している。

30

【0021】

図4は本発明の脱調検出方法を適用するリニアモータ駆動システム図である。

図5は図4に示すリニアモータ駆動システムにおける巻線切替装置を示す図である。

40

【0022】

本発明が適用される、例えば、ロングストローク・タイプの磁石可動型リニアモータを駆動するシステムは、図4に示すように、永久磁石36により構成される磁気装荷手段を備えた可動子31と、該永久磁石36に対向する巻線面を有する巻線により構成される電気装荷手段を備えた固定子32とが空隙を介して対向し、該固定子32はストローク方向に分割された複数の巻線群34から成り、該巻線群34の巻線を構成する各相の相巻線はそれぞれ巻き始めの端子と巻き終わりの端子を有し、また、該巻線群34にはストローク方向に前記可動子31と完全に対向していることを検出するためのセンサ33を設けて構成されるリニアモータ16と、図1に示したような、速度指令4を用いて電流指令を生成する電流指令生成部6と、電流を検出する電流検出手段15と、前記電流検出手段15に

50

より検出された電流検出値と前記電流指令とが一致するように電圧指令を生成する電流制御部 9 と、前記速度指令 4 から電圧を出力する位置 1 8 を生成する位置生成部 5 と、前記電圧指令と前記位置 1 8 とを用いて電圧を出力する電圧出力部 1 4 と、固定子数 1 7 を判別する固定子数判別部と、脱調を検出する脱調検出部 1 と、から構成される電流制御装置 3 0 と、更に、図 5 に示すような、3 相整流手段 3 7 と該 3 相整流手段の直流出力側の両端に、半導体スイッチ 3 8 と該半導体スイッチ 3 8 と並列に抵抗 3 9 とコンデンサ 4 0 を設けることにより構成される巻線切替え装置 3 5 とによって構成され、前記ストローク方向に分割された複数の巻線群 3 4 の巻線を構成するそれぞれの相巻線の巻き始め端子を前記電流制御装置 3 0 の出力端に接続し、他端を前記巻線切替え装置 3 5 の前記 3 相整流手段 3 7 の交流入力側に接続し、該巻線切替え装置 3 5 を構成する半導体スイッチ 3 8 を閉

10

【 0 0 2 3 】

図 2 は、本発明の固定子判別部の処理手順を示すフローチャートである。この図を用いて固定子数判別方法を順を追って説明する。

はじめにステップ 1 9 (以下、S 1 9 と略す) で励磁電圧指令 (V_d_ref) 1 0 とトルク電圧指令 (V_q_ref) 1 1 とを用いて (2) 式により演算される電圧指令 V を取り込み (S 1 9)、次に、 V および V^2 を算出し (S 2 0)、誘起電圧 および誘起電圧の二乗 ($\frac{V^2}{R}$) を算出する (S 2 1)。続いて、(1) 式の分母である $V^2 - 2 \times V \times \frac{V^2}{R} + (\frac{V^2}{R})^2$ を演算し (S 2 2)、抵抗分の電圧 RI および抵抗分の電圧の二乗 $(RI)^2$ を算出し (S 2 3)、次に、リアクタンス分の電圧 LI およびリアクタンス分の電圧の二乗 $(LI)^2$ を算出し (S 2 4)、(1) 式を用いて固定子のコイル数の二乗 N^2 を算出し (S 2 5)、ステップ 2 5 の結果より固定子数判別基準を用いて固定子数判別処理して (S 2 6)、可動子を駆動している固定子数 1 7 を出力する。

20

この固定子数判別処理は、上記のように (1) 式および (2) 式を用いて固定子のコイル数の二乗 N^2 を算出し、この固定子のコイル数の二乗 N^2 に基づいて固定子数を求めるもので、各コイル 3 4 は夫々の巻線切替え装置 3 5 とモジュール化されて、リレー式に駆動されている。

【 0 0 2 4 】

図 3 は、本発明の脱調検出方法の処理手順を示すフローチャートである。この図を用いて本発明の方法を順を追って説明する。

はじめに、固定子数判別部 3 の判別結果である固定子数 1 7 が 0 個か 0 個以外かを判別する (S 2 7)。固定子数 1 7 が 0 個の場合、位置生成部 5 の出力である位置 1 8 が可動子を駆動している固定子数が 1 以上であるかを判別する (S 2 8)。判別結果が可動子を駆動している固定子数が 1 以上であれば、脱調アラーム 2 を出力し (S 3 0)、可動子を駆動している固定子数が 0 であれば、脱調アラーム 2 は出力しない (S 3 1)。

また、S 2 7 の判別結果で、固定子数が 1 個以上の場合、位置生成部 5 の出力である位置 1 8 が可動子を駆動している固定子数が 1 以上であるかを判別する (S 2 9)。判別結果が可動子を駆動している固定子数が 1 以上であれば、脱調アラーム 2 を出力しない (S 3 2)。可動子を駆動している固定子数が 0 であれば、脱調アラーム 2 を出力する (S 3 3)。

30

40

このように、速度指令と、電流指令と電圧指令とモータ定数を用いて、可動子 3 1 を駆動している固定子 3 2 の数を判別し、固定子数 1 7 の判別結果と位置生成部 5 より生成された位置 1 8 を用いてリアモータの脱調を検出するという手順をとるので、脱調検出用のセンサを必要とせず、通電している固定子数を判別し、通電している固定子数と位置生成部 5 で生成された位置 1 8 より可動子 3 1 の脱調を検出することができる。

つまり、ここでは固定子判別部 3 による固定子数 1 7 と、位置生成部 5 で求めた位置 1 8 により脱調を検出するが、固定子判別部 3 で (1) 式によって求める固定子のコイル数は実測値 (F_b) に相当し、位置 1 8 は、いわば、エンコーダ等の F_b 値を使用せずに、速

50

度指令 を直接位置生成部 5 において積分演算等により求める位置の指令値に相当するものであって、固定子判別部 3 で求めた実際の固定子数を、位置指令値 1 8 の固定子数で判定して、脱調を検出している。

従って、従来例として挙げた特許文献 1 では、脱調検出用に多数の発光部と受光部を設けて実測値を基に脱調を検出していたものが、本発明では、(1) 式による演算のみで、実際の固定子数を求め位置 (指令値) 1 8 との比較によって簡単に脱調検出が可能となった。

このように特許文献 1 は平面ステップモータ型のリニアモータの例で、本発明で対象としたリニアモータとは形式が異なるものの、本発明によって、特許文献 1 で必要とした脱調検出用センサーと、センサー処理を必要としない、半導体製造装置などに使用されるロングストローク・タイプのムービング・マグネット (可動磁石) 型リニアモータに好適な、省スペース、低コストで精度の高い脱調検出方法・脱調検出装置が構成できた。

10

【 0 0 2 5 】

なお、脱調検出用のセンサを必要とせず、通電している固定子数を判別し、通電している固定子数 1 7 と位置生成部 5 で生成された位置 1 8 より可動子の脱調を検出することができるので、特に、半導体製造装置用のロングストローク・タイプの可動磁石型リニアモータ等のリニアモータシステムに適用できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

20

【 図 1 】 本発明の巻線切替リニアモータの脱調検出方法を適用するリニアモータの電流制御装置の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 本発明の固定子判別部の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 3 】 本発明の脱調検出方法の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 4 】 本発明の脱調検出方法を適用するリニアモータ駆動システムの図である。

【 図 5 】 図 4 に示す巻線切替装置を示す図である。

【 図 6 】 従来のリニアモータ装置の構成図である。

【 図 7 】 従来のボンディング装置の処理のフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 0 2 7 】

30

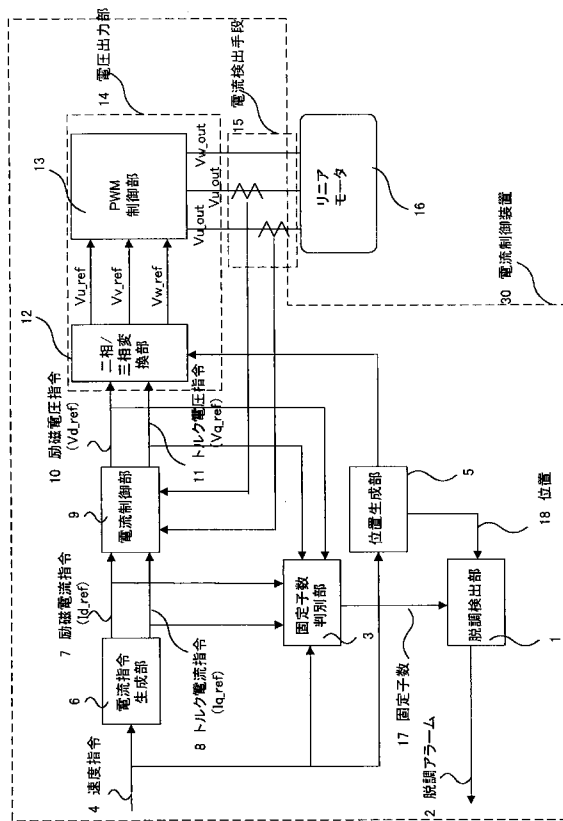
- 1 脱調検出部
- 2 脱調アラーム
- 3 固定子数判別部
- 4 速度指令
- 5 位置生成部
- 6 電流指令生成部
- 7 励磁電流指令
- 8 トルク電流指令
- 9 電流制御部
- 10 励磁電圧指令
- 11 トルク電圧指令
- 12 二相三相変換部
- 13 P W M 制御部
- 14 電圧出力部
- 15 電流検出手段
- 16 リニアモータ
- 17 固定子数
- 18 位置
- 30 電流制御装置
- 31 可動子

40

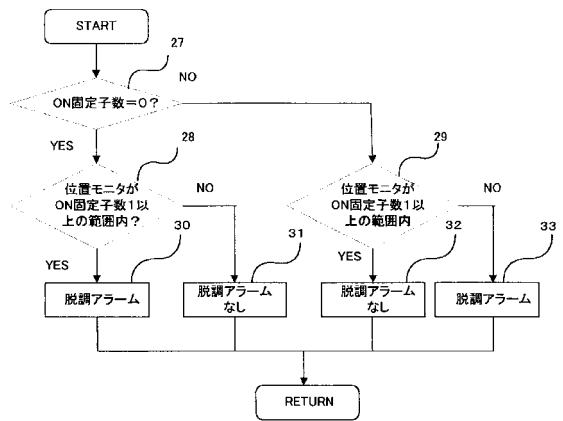
50

- 3 2 固定子
- 3 3 センサー
- 3 4 巻線群
- 3 5 巻線切替装置
- 3 6 永久磁石
- 3 7 三相整流手段
- 3 8 半導体スイッチ
- 3 9 抵抗
- 4 0 コンデンサ

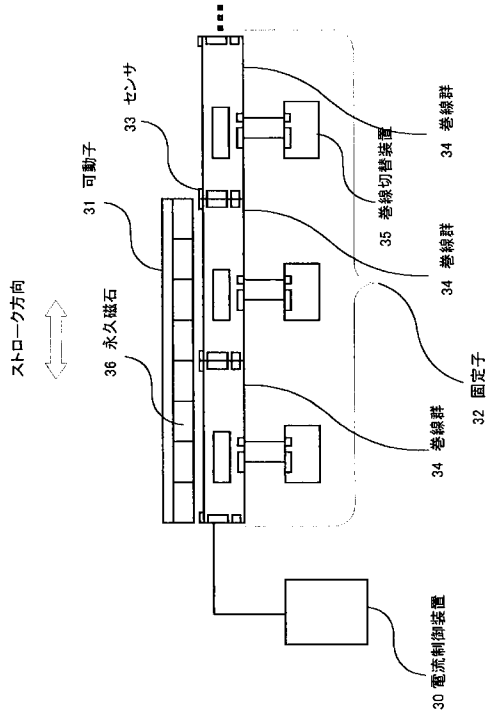
【図1】



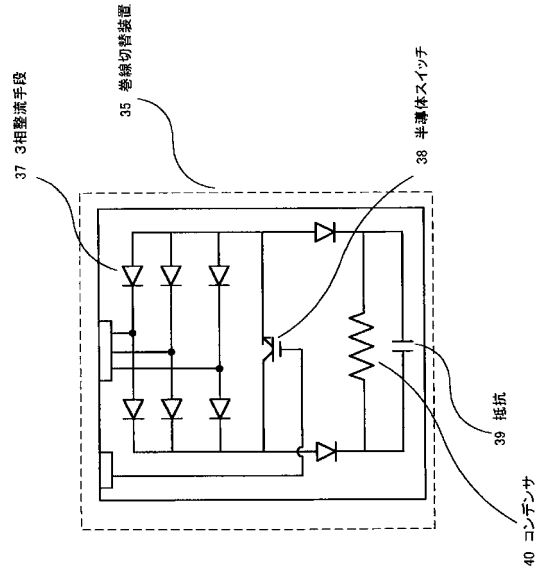
【図3】



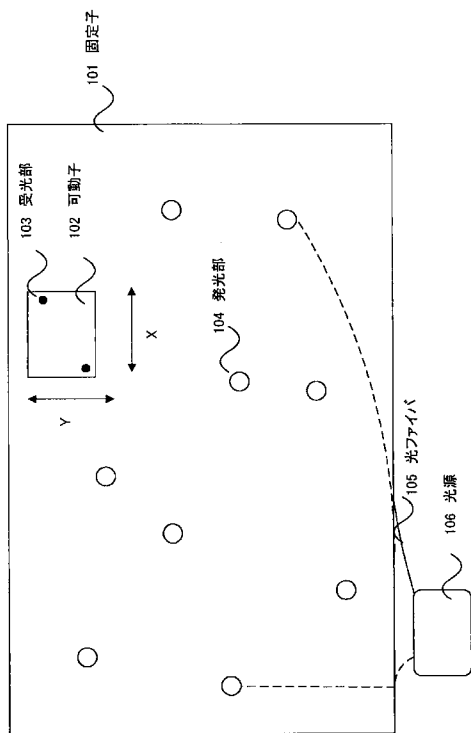
【図4】



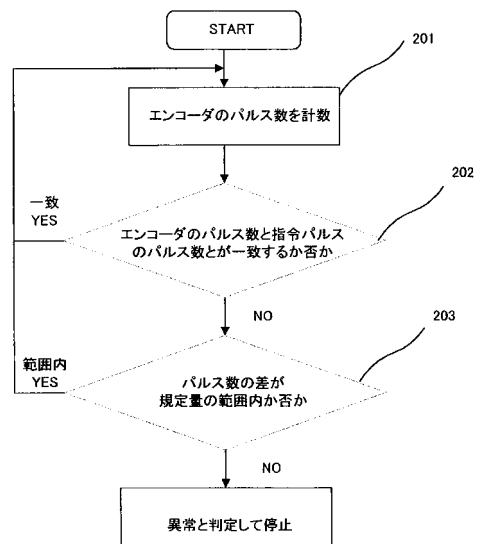
【図5】



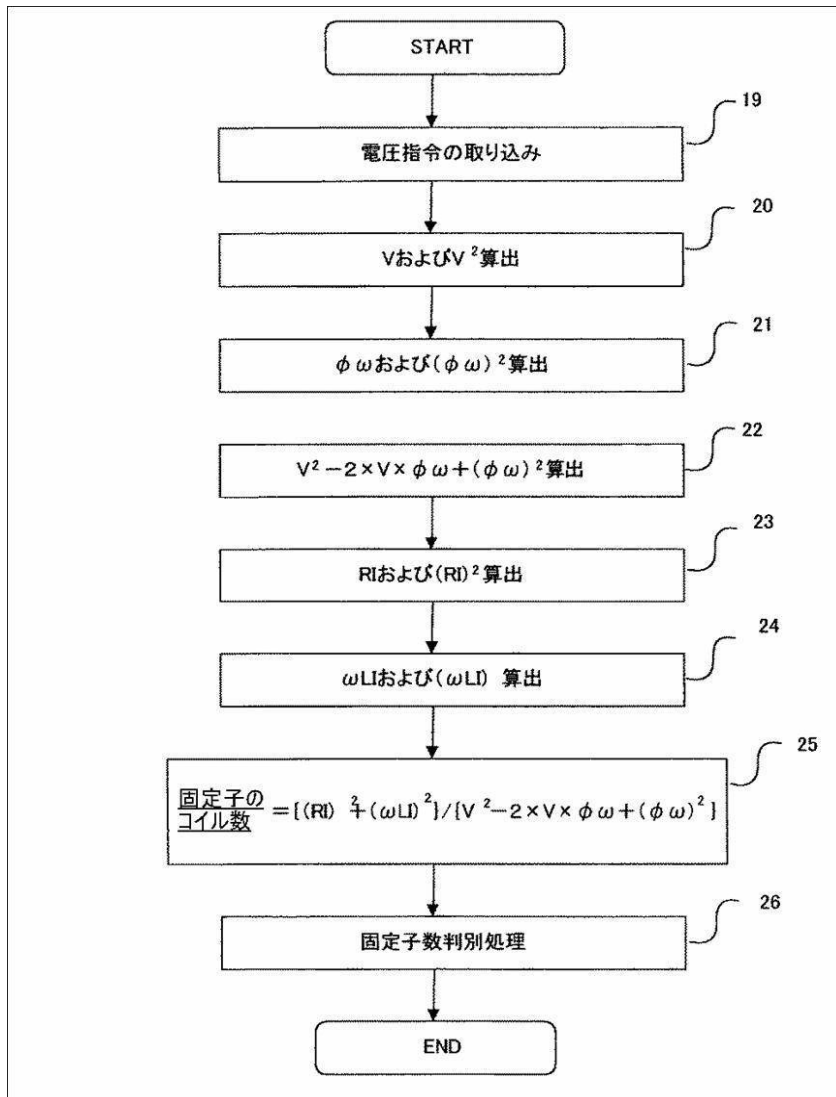
【図6】



【図7】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 前村 明彦

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号 株式会社安川電機内

審査官 森山 拓哉

(56)参考文献 特開2005-312213(JP,A)

特開2003-111492(JP,A)

特開昭57-016596(JP,A)

特開昭61-177189(JP,A)

特開平06-263366(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02P 25/06